

老朽トンネルの全面改築

中国地方建設局

佐久間良知

中国地方建設局

藤村 俊男

飛島建設(株) 正会員 ○杉山 建次

1. まえがき

既設トンネルは老朽化が著しく、覆工コンクリートの各所に亀裂が発生し、この亀裂からの漏水が坑内の全区間にわたって見られるようになり、一部にはコンクリートの剥落も見られる。さらに厳寒期にはこの漏水が氷柱となって垂下し、交通の大きな障害となっていた。建築限界は旧構造基準に従って設計されているために歩道も設置されていない。このような状況で現在の通行に対しては、非常に危険で狭いトンネル断面であると言える。図-1に新旧トンネルの断面形状を示す。本報告文は、この老朽化したトンネルに於ける対策工の検討、全面改築及び拡幅施工について概要を述べるものである。

2. 地質及びトンネルの現況

事前調査の結果、地質構造は白亜紀の黒雲母粗面花崗岩でトンネルの地質は風化花崗岩が主体を成す。このような地質の丘陵地帯で緩やかに突き出した舌状台地の稜線と直交した形状にトンネルルートがあり、土被りの最高は約50^mとなっている。両側の坑口位置は山体に深く追いつているために非常に急峻な地形で坑口付近の地質は、花崗岩の風化が著しく真砂状を成している。

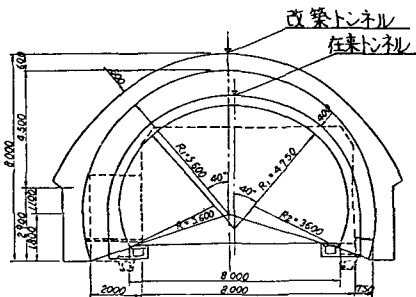


図-1. 標準断面図

このような状況下で施工された既設トンネルの坑口付近は、法面の安定性に欠け、地山の緩みもかなり進行していると言える。坑内の状況については次の通りである。覆工背面の空洞と無数に発生したアーチ覆工の亀裂が確認された。旧トンネルは昭和37年に完成されたもので、木製支保工を使用しており、上半掘削時には施工工必要とする空間や地質条件によりやむを得ず発生する余振りは多分に考えられる。この覆工背面の木製支保部材は、長年月の間に腐食し空洞の原因ともなっている。その結果岩質の風化、地下水、地震などの影響も加わって覆工背面のグラウンドアーチが成長し、地山の緩み領域が拡大され覆工の受ける荷重が増大することになる。また、空隙の存在する箇所では荷重が偏圧となって覆工コンクリートの亀裂をさらに増大させたと言える。

3. 対策工法の検討

全面改築工法の採用に当たって、次に述べる3案について工法の比較検討を行なった。①、内巻補強案、この工法は現覆工の内面に鋼アーチ支保工を建て込み鉄筋コンクリートで二次覆工を行なうものである。補強効果、経済性、安全性及び施工性に於いて最も優れているが、反面、建築限界を更に侵すことに成り好ましくない。②、ロックボルトと吹付コンクリートによる補強案、これは短期的な応急処置として用いる場合は有効であるが、永久構造物としては効果の予測が困難であり、建築限界も改善されないために好ましくないと言える。③、全面改築案、この方法は旧覆工コンクリートを撤去し、新たに歩道も含めて拡幅施工を行なうもので、施工工種々の困難性は考えられるが全断面を改築することにより、建築限界が改善され最も理想的な対策工と言える。これまで述べた①～③案について、当老朽トンネルの対策工法を比較検討した結果、抜本的な対策として③案の全面改築案の採用となった。

4. 全面改築工事の施工経過

掘削方式は上部半断面先導リングカット工法で、覆工方式は従来の逆巻工法を採用した。図-2に全断面改築

の施工順序を示す。事前調査の結果から在来トンネルの坑内及び、坑口部の地山は著しく風化し、緩み領域も拡大されていることが判明した。このことはトンネルの改築施工に当って、掘削にともなう落盤及び、坑口部掘削にともなう法面の崩壊などの要因となることが考えられた。施工計画については、この不良地山に対して何らかの補助工法の必要性が生じたために施工方法を次に述べるように考えた。掘削については発破振動を極力押える方法とし、掘削後すみやかに覆工を行なうこととした。上半の掘削に先立ち地山の補強措置として、覆工背面の空洞に裏込注入（エアモルタル）を行なった。これは上半掘削時に地山の切掘げによる内部応力の解放に俾ない、地山の緩み領域が拡大されることを防止し、施工の安全性を確保することを目的としたものである。上半掘削は、既設トンネルの坑内から上半の切上り施工とし、両側の坑口方向に向かって掘進した。また、上半掘進は一次覆工による補強を行ないながらの施工となった。

4-1. 裏込注入の効果について

エアモルタルの注入効果について述べる。次の通りである。非常に流動性に富むエアモルタルは、旧覆工背面の空隙のみならずその上部の地山緩み領域の亀裂に至るまで完全に填充されていることが、上半掘削時に確認された。その効果としては、当初懸念されていた切羽の崩壊、落盤事故なども無く補助工法としての役目は十分に果たしたと言える。

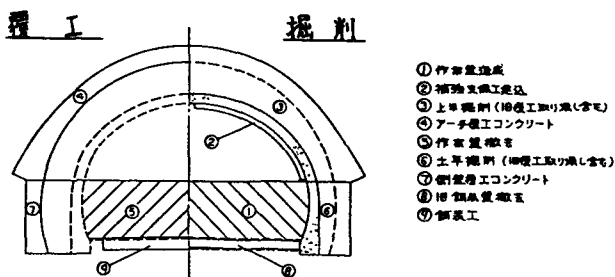


図-2. トンネル施工順序

4-2. 上半切上り施工による効果について。上半掘削は坑口部地山の崩壊を防止する目的で、坑内から上半を切り上げる方法で施工した。この工法の利点と欠点について述べると次のようになる。①、上半が貫通するまでは在来の坑門が防音壁の役目を果たし、工事騒音及び発破による飛石を最少限に押えることが出来ることから周辺の環境保全の面から効果があつた。②、坑口対面での上半掘削に於いて、在来の坑門が土留壁の役割りを果たして切羽及び坑口部地山の崩壊が防止出来たことにより、安全面及び工程面で効果があつた。③、上半切上り施工の初期段階では、作業空間が非常に狭くて作業効率及び、安全性が著しく低下する。

4-3. 上半掘削に伴う鋼アーチ支保工の変状対策について。坑口法面には地滑り計を設置し、坑内では支保工の沈下測定及び点検を入念に行ない掘進と支保工変状の動向を把握しながら、変状対策は一次覆工により対処した。支保工変状の原因となるものは種々考えられるが当トンネルでは、発破振動の影響が特に大きく現われることが判明した。このように計測を行ないながらの施工は、掘進を中断させて一次覆工などによる変状対策に踏み着く上で的確な判断の資料となり、劣悪な地質条件にもかかわらず無事上半を貫通することが出来た。

5. 今後の問題点。今回の改築施工の経験から今後について感じたことをまとめると次のようになる。①、トンネル坑口位置の選定については、出来得る限り山の突端に出し、坑門構造物を必要としないような構造が理想的である。投資額は増大するがトンネル完成後の維持管理及び、安全面に於いて好ましいと言える。②、覆工背面の空隙は裏込注入などで地山と覆工を一体化しておくことが必要である。③、トンネル坑口部施工では、地質にもよるが、今後、注入工法も加え施工の安全性を確立したい。

6. むすび。当改築工事は全国的にも施工例が少なく、予備資料の乏しい状況下で施工したが入念な施工管理の結果、特に大事に至るような災害の発生も無く完成することが出来た。老朽トンネルの全面改築工事を振り返り、貴重な施工体験をすると共に、今後については種々の問題点を残すところである。改築工法について、施工方式、地形及び地質条件、工期、経済性、改築効果などの諸条件の違いから多様化されるが、今後、この種のトンネル改築工法についてさらに検討を加えてゆきたい。

〔参考文献〕土木学会、トンネル標準示方書。金原弘、他、トンネル技術入門